

유아의 정보처리양식과 연령이 공간좌표인식능력에 미치는 영향

The Effects of Age and Information Processing Style on Abilities of Young Children to Understand Spatial Coordinates

대구가톨릭대학교 아동학과
강사 오미형

Department of Child Studies, The Catholic University of Daegu
Lecturer : Meehyeong Oh

◀ 목 차 ▶

- | | |
|----------|-------------|
| I. 서론 | IV. 논의 및 결론 |
| II. 연구방법 | 참고문헌 |
| III. 결과 | |

<Abstract>

The purpose of this study was to examine the effects of young children's age and information processing style in understanding spatial coordinates. For sampling the subjects of this study, Korean version K-ABC Intelligence Test(Moon, Soo-Back, 1997) was conducted with 165 children aged 5-6 who were attending I and G kindergarten in D city. From this pool 30 children who possessed sequential processing style and 30 children who possessed simultaneous processing style were sampled. In order to analyze the understanding of spatial coordinates, a test tool was formulated according to methodology of Blades & Spencer(1989) which was modified. Acquired data was subjected to descriptive and comparative statistical analysis.

The following conclusions were arrived at:

Firstly, there was significant difference between 5-year-olds and 6-year-olds in understanding spatial coordinates. The 6-year-old group got statistically higher grades than the 5-year-old group in locating a point on the coordinate plane and reading the coordinate numbers. Secondly, there was significant difference between children's information processing style in understanding spatial coordinate. Children with high simultaneous-low sequential processing showed higher performance in locating a point on the coordinate plane and reading coordinate numbers than children with high sequential-low simultaneous processing. Thirdly, after verifying statistical significance of interactivity between young children's age and children's processing strength, there was significant interactive effects in both tasks.

주제어(Key Words) : 유아수학교육(early childhood mathematics education), 공간능력(spatial ability), 공간좌표(spatial coordinates), 정보처리양식(information processing style)

I. 서론

현대의 최첨단 산업 정보화 사회에서는 개인적, 직업적 측면에서 수학적 능력이 매우 중요하게 평가되고 있다. 이러한 수학적 능력을 기르기 위해 유아기부터 질적으로 우수한 수학교육을 실시해야 한다는 맥락에서 미국수학교사협회(NCTM, 2000)에서는 유아기부터 초등학교 2학년(Pre-k-2)까지를 위한 수학교육내용기준을 제시하였으며 태어나서 4세까지를 수와 관련하여 매우 중요한 능력이 개발되는 시기로 보고 이 시기의 핵심내용으로 수와 기하를 강조한다. 공간관계에 대한 감각이 뛰어나고 기하학적 사고력을 지닌 유아들이 수와 측정에서 뿐 아니라 심화된 수학적 개념을 학습할 수 있는 준비가 보다 잘 이루어진다(NCTM, 1989)는 점은 유아기의 공간능력발달에 대한 중요성을 시사한다고 볼 수 있으며 실제로 유아기 공간능력 발달에 관한 최근의 연구들(권우정, 2004; 김은정, 2006; 이정옥, 2005; 최연, 이정옥, 2006; Clements, 1999; Clements, 2004; Copley, 2000)에서는 유아기가 공간능력 발달의 중요한 시기임을 제시하고 있다.

유아의 초기 기하학적 경험은 최소한 네 가지 기하학적 체계 즉, 위상기하, 유클리드 기하, 좌표기하, 이동기하의 기본적인 측면들이 포함되어야 한다(Kennedy, Tipps, & Johnson, 2004). 네 가지 기하학적 체계 중 좌표기하는 2차원 3차원 공간에서의 특정위치를 좌표체계를 사용하여 파악하는 것으로 최근에 이르기까지 유아기 수학교육에서 거의 다루어지지 않았으며 유아들의 좌표이해 능력이 어느 정도 인지를 밝혀주는 발달관련 연구들도 부족한 실정이다(이정옥, 2005).

좌표는 점의 위치의 표시로 좌표 공간 지각이란 평면 위에 수평축과 수직축이 교차할 때 생기는 점을 말하는 것으로 2차원의 평면에서 두 축으로부터 직교하는 두 선의 교차점이며 이를 인식하는 능력을 공간좌표능력이라고 한다(Somerville & Bryant, 1985).

Piaget와 Inhelder(1956)는 좌표체계를 이용하여 공간을 조직할 수 있다면 공간조망이 가능하게 되며 좌표체계를 이용하면 현재의 위치뿐 아니라 다른 위치에서 볼 때 물체들 간의 공간적 관계도 정확하게 파악할 수 있는 논리적 조작이 가능한 공간조망능력을 갖게 되므로 좌표체계의 사용능력은 공간조망의 필수적인 요소가 된다고 보

았다. Piaget와 Inhelder(1956)는 공간좌표에 대한 개념은 단계적으로 발달하는데 수직선 위의 점을 지각하기 시작하여 점차로 2차원인 평면위의 점을 지각하고 공간을 지각하여 좌표를 읽으려면 유클리드 기하학을 먼저 이해하고 있어야 한다고 하였다. 즉 좌표평면 위의 한 점을 정확히 인식하기 위해서 거리, 비례, 방향, 각, 수평, 수직등과 같은 기초적인 기하학적 개념을 바르게 이해하고 있어야 X축과 Y축의 두 차원을 동시에 고려하여 좌표체계를 이용한 공간인식이 가능하다는 것이다. 이와 같이 좌표체계에 대한 인식은 유클리드적 공간개념을 요구하므로 8, 9세 이전의 유아들은 가능하지 않다고 보았다(Piaget, Ingelder, & Szeminska, 1960). 그러나 이후의 연구들(Blades & Spencer, 1989; Somerville & Bryant, 1985)에서는 4세부터 좌표인식이 가능함을 제시하였으며 우리나라 유아를 대상으로 하는 연구(권우정, 2004; 김애란, 1987; 김충식, 1991; 이정옥, 2005)에서도 좌표지각 능력이 4세에서는 낮은 수준으로 5세에서는 중간수준을 넘는 수준으로 6세에는 거의 형성되는 것으로 나타남으로써 유아의 좌표지각능력은 만 4세부터 나타난다고 보고하고 있다.

Blades와 Spencer(1989)의 좌표인식능력에 관한 연구에서는 x좌표 4개와, y좌표 4개가 교차하는 16개의 지점에 서로 다른 사물의 사진을 부착하고 16개 지점에 해당하는 좌표순서쌍(x, y)을 적은 카드 16장을 준비하여 유아에게 좌표카드를 보여주고 게임판위에서 해당되는 지점을 찾도록 하는 과제를 사용하였다. 우리나라 만 5세를 대상으로 한 권우정(2004)과 만 4세와 5세를 대상으로 한 이정옥(2005)의 연구에서는 Blades와 Spencer가 x축과 y축 모두에 색을 달리한 숫자로 양쪽 가로변과 양쪽 세로 변 모두에 라벨링을 사용했던 것을 아래쪽 가로변과 왼쪽 세로 변에만 숫자표시를 하여 난이도를 좀 더 높은 과제를 사용하였다. 난이도가 높은 과제에서도 만4세 유아부터 공간좌표인식이 가능한 것으로 나타났다.

이와 같은 연구결과들은 발달적 차원에서 공간인식능력을 파악하기 위해서는 만4세-6세 유아를 대상으로 한 연구가 축적되어야 할 필요성을 보여주는 것이다. 그러나 유아를 대상으로 한 수학능력, 특히 공간 인식에 관한 연구는 드문 편이며 유아개인의 인지적 특성과 수학적 능력을 관련시킨 연구는 거의 없는 실정이다.

오늘날 수학교육에서 요구되는 교수-학습 원리는 구성주의와 학습자의 개인차를 반드시 고려해야한다는 것이다(박영배, 1995). 즉, 학습자에게 적절한 학습 환경을 제공하기 위해서는 학습자가 가지고 있는 인지적 특성을 반드시 알아야 한다는 것을 강조하고 있는 것이다. 이러한 관점에서 본다면 최근 유아의 공간지각과 인식능력 발달에 관한 연구들이 늘어나고 있으나 주로 연령에 따른 발달적 차이, 혹은 교육적 효과만을 살펴보는 연구들이 주를 이루고 있는 실정이므로 유아 개인의 인지적 특성과 관련된 연구들이 필요하다고 할 것이다.

Jonassen과 Grabowski(1993)는 개인 학습자가 학습 성과의 차이를 보이는 원인을 각각의 학습자가 가지고 있는 인지 특성으로 규정하고 인지적인 특성을 인지능력, 인지통제, 인지양식으로 분류하였다. 인지능력에는 지능과 같은 것이 있고 인지통제는 장독립/장의존 등을 포함한다. 또 인지양식은 정보수집과 정보조직으로 나누어지는데 정보수집은 시각적/청각적인 것과 같이 정보를 인식하는 방법을 포함하고 정보조직은 순차적/동시적과 같이 정보를 조직하는 방법을 포함한다. 각각의 인지특성은 학습의 수준, 내용, 방법, 형태와 연결되어 있으며 특히 정보수집과 정보조직에 관련된 인지양식은 학습의 형태 및 방법과 관련되어 있다. 따라서 학습자에게 좀 더 나은 학습 환경을 제공하기 위해 학습자의 정보수집과 정보조직에 관한 정보 즉, 정보를 처리하는 양식을 파악할 필요가 있다.

인지심리학, 신경심리학 및 기타 관련 분야의 폭넓은 연구를 통해서 순차처리-동시처리의 두 종류의 정보처리양식이 존재하는 것으로 밝혀진 바 있다. 이러한 두 가지 유형의 정보처리양식을 지칭하는 명칭은 학자들에 따라 순차적-평행적 또는 연속적-다차원적(Neisser, 1967), 순차적-동시적(Das, Kirby, & Jarman, 1979; Luria, 1966), 분석적-통합적/총체적(Levy, 1972), 서술적-병치적(Bogen, 1969), 언어적-이미지적 또는 계차적-공시적(Paivio, 1975, 1976), 통어적-자동적(Schneider & Shiffrin, 1977) 시간적-비시간적(Gordon & Bogen, 1974)등으로 다양하게 명명되고 있다(문수백, 1997).

좌·우 뇌반구로 나뉘어져 있는 인간의 뇌는 여러 가지 정보를 처리하는 과정에 있어서 서로 다를 뿐만 아니라 사물을 지각하는 데도 근본적인 차이가 있어서 같은 과제라도 서로 다른 전략으로 수행한다. 즉, 좌뇌는 감각적 정보를 제한하여 받아들이면서 직선적이고, 논리적인 방법들로 정보를 처리하는 반면에, 우뇌는 감각적인 정보를 처리하는 데 있어서 정교화하며, 동시적이고, 직관적인 방법으로 정보를 처리한다(Sample, 1975). Kaufman과 Kaufman(1984)은 좌뇌반구의 계열적, 순차적 처리와 우뇌반구의

동시적 처리간의 차이를, 좌뇌반구는 연속적, 청각적, 단계적, 언어적, 분리적, 시간적, 연대순적, 시차적으로, 즉, 계열적으로 처리하며, 반면에, 우뇌반구는 종합적, 공간적, 통합적, 그림, 동시적, 유추적, 시간적, 전체적, 즉 동시적으로 처리한다고 요약·제시하고 있다. 학습방식에서도 좌뇌와 우뇌는 기능적인 차이를 보이게 되며 이를 뇌기능분화(lateralization)라고 한다. 좌뇌는 언어적, 분석적, 논리적, 계열적, 수리처리적으로 정보를 받아들이고 처리하는 반면 우뇌는 비언어적, 종합적, 공간적(spatial), 유추적 방식으로 정보를 받아들이고 처리한다(Bogen, 1975; Gazzaniga, 1970; Kimura, 1967; Sperry, 1975). 종합하면 정보를 처리하는 양식은 크게 좌뇌의 정보처리 양식인 언어적, 순차적 방식과 우뇌의 정보처리 양식인 동시적, 공간적 방식으로 나누어 볼 수 있다.

정보처리양식 관련 연구로는 읽기와 언어능력(김정민, 2005; 서영숙, 1985; 오미형, 2005; Kirby & Das, 1977), 과학문제해결력과 과학적 추론능력(신애경, 최병순, 2000; Watters & English, 1995), 동작활동(이채호, 2006)등의 요인과의 관련성을 살펴본 연구들이 있으며 수학능력과 관련된 연구로는 정보처리양식과 수학성취도(어성중, 신인선, 1997)의 관계, 정보처리양식에 따른 수학영역별 성취도의 차이(여유진, 2008)를 살펴본 연구들이 있다.

중학생을 대상으로 정보처리양식과 수학성취도와의 관계를 본 어성중과 신인선(1997)의 연구의 결과에서는 동시적 정보처리양식은 대수, 기하성취도와 높은 상관관계를 나타내었으나 순차적 정보처리양식은 대수, 기하 성취도와 낮은 상관관계를 나타내었다. 또한 높은 동시처리양식의 학생이 낮은 동시처리양식의 학생에 비해 수학성취도가 높은 것으로 나타났다. 만 5-6세 유아를 대상으로 하여 정보처리양식에 따른 수학영역별 성취도의 차이를 살펴본 여유진(2008)의 연구에서는 동시처리형의 유아는 기하와 자료분석과 확률영역에서, 순차처리형의 유아는 대수영역에서 높은 점수를 나타내었다. 수학능력과 정보처리양식의 관련성을 본 선행연구의 결과에서는 동시처리형의 정보처리양식이 기하영역과 높은 관계가 있음을 보여주고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 기존의 유아수학과 관련된 선행연구들에서는 주로 발달적 경향성, 즉 연령에 따른 수학능력의 발달 양상을 살핀 연구들이 많았으나 개인적 특성변인을 고려한 연구는 거의 없었다. 또한 정보처리 양식과 관련된 선행연구들에서는 정보처리양식에 따라 수학의 하위영역의 수행정도의 차이가 있을 것인지 혹은 상관이 있을 것인지를 주로 살펴보았으나 유아를 대상으로 한 연구는 드물다.

NCTM(2000)에서는 태어나서 4세까지를 수와 관련하여

매우 중요한 능력이 개발되는 시기라고 보고 특히 이 시기의 핵심내용으로 수와 기하를 강조한다. 수학에 있어서 초기의 발달에는 수개념을 구체적인 상황(1대1 대응, 수를 세는 것, 분류, 그룹화, 간단한 덧셈과 뺄셈)에 응용하는 능력과 수량의 개념을 발달시키는 능력이 필요하다. 이 발달에는 수기호의 인지와 짝지우기, 집합의 개념, 간단한 측정, 사물의 공간적 배치의 정확한 지각이 포함된다. 수학에 있어서 초기의 과정은 하나의 사물 혹은 여러 개의 사물에 대한 행동적 경험을 통해 얻어지는 시각-공간관계의 체계에 대단히 의존되어 있다(Johnson, 1979). 유아기의 수개념은 시각-공간관계, 즉 기하학적 개념과 밀접한 관련이 있다는 것이다. 유아의 기하학 개념에 관한 최근의 연구들(홍혜경, 2004; Clamants, 2004; Hannibal & Clamants, 2000; Satlow & Newcomb, 1998)에서는 유아들은 일상생활이나 놀이를 통해 기하학적 관계의 비형식적 지식을 획득하며 기하학적 지식과 추론의 기초가 되는 초보적 개념을 획득하고 있다고 보고하고 있다. 이는 기하학적 사고력은 유아기가 발달적으로 중요한 시기(NCTM, 1989)임을 보여주는 것이므로 기하학적 경험은 유아기부터 이루어져야 한다. 특히 개인차가 심한 유아기의 발달적 특성을 고려해 볼 때 유아의 학습과 관련된 인지적 특성을 파악하여 개인의 특성에 맞는 학습경험을 제공하는 것이 필요하다. 정보를 조직하는 방법인 정보처리양식은 학습의 형태 및 방법과 관련성이 있으므로 학습자에게 좀 더 유리한 학습 환경을 제공하기 위해 학습자의 인지적 특성인 정보처리 양식을 파악하는 것이 중요하다 할 것이다. 그러므로 본 연구에서는 기하학적 체계 중 좌표기하의 영역에서 유아의 연령과 인지적 특성인 정보처리양식에 따라 공간좌표이해능력에 차이가 있는지, 그리고 연령과 정보처리양식 간에 상호작용의 효과는 어떠한지를 살펴보고자 하며 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

- 첫째, 유아의 연령에 따라 공간좌표인식에 차이가 있을 것인가?
- 둘째, 유아의 정보처리양식에 따라 공간좌표인식에 차이가 있을 것인가?
- 셋째, 유아의 공간좌표인식에 대한 연령과 정보처리양식간의 상호작용이 있을 것인가?

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상을 추출하기 위해 D광역시 중산층 아파트 밀집지역에 위치한 I 유치원과 G유치원을 선정하였다. 두 유치원 모두 특별한 수학활동을 실시하고 있지 않고 유치원 교육과정의 탐구영역에서 제시하는 수학적 기초 능력 기르기와 관련된 수학활동을 하고 있는 곳이다. 최종 연구대상유아는 I유치원과 G유치원에 재원중인 아동 중 만5세와 만6세 유아 60명이었다. 연구의 대상을 추출하기 위해 먼저 165명(5세: 85명, 6세: 80명)을 대상으로 한국판 K-ABC 지능검사(문수백, 1997)를 실시하였다.

고 동시처리-저 순차처리형과 저 동시처리-고 순차처리형을 구분하기 위해 순차처리척도와 동시처리척도에서 아동이 받은 표준점수 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는지 확인하였다. 각 척도의 표준점수 중 높은 점수에서 낮은 점수를 뺀 차이점수를 산출하여 K-ABC 실시·채점요강에 제시된 기준에 의해 순차처리척도와 동시처리척도를 비교하였다. <표 1>에 나타난 연령에 따른 표준점수 간의 차이검정을 위한 점수의 기준에 따라 동시처리척도 점수에서 순차처리척도의 점수를 뺀 점수의 차이가 +13점 이상인 경우를 고 동시처리-저 순차처리형으로, -13점 이하인 경우를 고 순차처리-저 동시처리형으로 하였다.

검사 결과, 개인 프로파일에서 동시처리와 순차처리 간에 차이가 없는 것으로 나타난 유아를 제외하고 고 동시처리-저 순차처리 유아 72명(5세: 40명, 6세: 32명), 고 순차처리-저 동시처리 유아 35명(5세: 15명, 6세: 20명)을 추출하였다. 총 107명 중, 고 순차처리-저 동시처리유형에서 5세 유아 15명은 연구대상에 모두 포함시켰다. 고 순차처리-저 동시처리유형 6세 유아 20명 중 15명과 고 동시처리-저 순차처리 유아 72명 중 5세와 6세 각 15명을 무선으로 표집하였다. 4세 유아는 동시처리형이 많으며 순차처리형은 잘 나타나지 않으므로 본 연구에서는 5세와 6세를 연구대상으로 선정하였다. 구체적인 내용은 <표 1>과 같다.

<표 1> 취학전 아동과 취학기 아동의 순차처리척도와 동시처리척도 표준점수간의 차이검정을 위한 최소차이 점수의 평균

연령	유의수준	순차처리 대 동시처리
		유의수준별 표준점수의 최소차이
2세6개월~4세 11개월	.05	17
5세 0개월~12세 5개월	.05	13

주. 문수백(1997) 한국판 K-ABC 지능검사 해석요강 p.154

〈표 2〉 연구대상

연령 (평균개월수)	정보처리양식	고 동시처리- 저 순차처리형 (평균지능)	고 순차처리- 저 동시처리형 (평균지능)	전체 (평균지능)
만5세(67.5)		15명(113.07)	15명(112.13)	30명(112.60)
만6세(75.8)		15명(101.33)	15명(95.73)	30명(98.53)
전체		30명(107.20)	30명(103.93)	60명(105.57)

〈표 3〉 K-ABC 하위 검사의 내용

척도의 종류	하위 검사의 내용	대상연령
순차 처리 척도	손동작 검사 : 탁자위에서 검사자에 의해 제시된 일련의 손동작을 정확한 순서로 재생하는 능력을 측정한다.	2세6개월 ~ 12세 5개월
	수회생 검사 : 검사자가 소리를 내어 읽어 준 숫자들을 순서대로 기억하여 복창하는 능력을 측정하는 것이다.	2세6개월 ~ 12세 5개월
	단어배열 검사 : 검사자가 몇 개의 사물의 이름을 소리내어 읽어 주면 아동은 실루엣으로 그려진 선택지 중에서 검사자가 읽어 준 이름에 해당되는 그림을 찾아 차례대로 가리키는 능력을 측정한다.	4세0개월 ~ 12세 5개월
동시 처리 척도	그림통합 검사 : 아동에게 미완성된 사물의 잉크얼룩 그림을 제시하면 아동은 마음속으로 그림의 빠진 부분을 채운 다음 그 그림의 이름을 말하거나 설명할 수 있는 능력을 측정한다.	2세6개월 ~ 12세 5개월
	삼각형 검사 : 여러 개의 동일한 모양의 삼각형 조각을 조립해서 제시된 그림 속의 모델과 같게 조립할 수 있는 능력을 측정한다.	4세0개월 ~ 12세 5개월
	시각유추 검사 : 2×2 시각유추문제를 가장 잘 완성하기에 적합한 그림이나 도형의 모양을 선택하는 능력을 측정하는 것이다.	5세0개월 ~ 12세 5개월
	위치지역 : 무선적으로 배치된 그림의 위치를 재생하는 능력을 측정하는 검사이다.	5세0개월 ~ 12세 5개월
	사진순서 : 어떤 사건을 보여주는 사진들을 아동에게 무선적으로 배열해 주었을 때, 그 사진들을 사건이 일어나는 시간적 순서에 따라 조직할 수 있는 능력을 측정한다.	6세0개월 ~ 12세 5개월

주. 문수백(1997) 한국판 K-ABC 지능검사 해석요강의 내용에서 편집

2. 측정도구

1) 한국판 K-ABC

정보처리 유형을 분류하기 위해 문수백(1997)이 한국 아동의 지적 능력을 사정하기 위해 개발한 한국판 K-ABC 지능검사도구를 사용하였다.

한국판 K-ABC는 만 2.5세-만 12.5세 아동의 지적 능력을 측정하기 위해 개발된 지능검사이며 순차처리, 동시처리, 그리고 습득도로 구성되어 있다. 순차처리척도에는 3개의 하위검사, 동시처리척도는 7개의 하위검사, 그리고 습득도 척도는 6개의 하위검사로 구성되어 있으며 본 연구에서는 16개의 하위검사 중에서 만 5, 6세 유아에게 실시하는 8개의 하위검사를 실시하여 정보처리양식을 측정하였다. 하위 검사의 구체적 내용을 〈표 3〉에 제시하였다.

2) 공간좌표과제 도구

유아의 공간좌표이해능력을 측정하기 위해 Blades와

Spencer(1989)의 도구를 수정하여 사용하였다.

도구의 모양은 30 × 30cm 정사각형 판에 5 × 5cm의 정사각형 9개를 그려 놓고 가로와 세로의 좌표는 빨강색으로 세로의 좌표는 파란색으로 숫자를 표시하였다. 또한 빨강색으로 표시된 x좌표와 파란색으로 표시된 y좌표의 순서쌍(x, y) 9장, 동물그림 9장과 과일그림 9장을 카드로 만들어 준비하였다. 좌표 순서쌍 9장에는 동물그림 9장에 그려진 것과 같은 동물그림이 그려져 있다.

검사 도구는 좌표위치 찾기와 좌표읽기의 2가지 과제로 구성되어 있다. 좌표위치 찾기 과제는 검사자가 미리 마련한 순서쌍(x, y)이 적혀 있는 좌표카드를 유아에게 제시 한 후, 좌표카드에 그려진 그림과 같은 그림을 선택하여 좌표판 위에 놓아보도록 하는 것이다. 좌표읽기 과제는 검사자가 과일그림카드를 좌표판에 놓으면 유아가 좌표에 해당하는 x축의 숫자와 y축의 숫자를 읽어 보도록 하는 과제이다.

좌표위치 찾기 과제 15문항, 좌표읽기 과제 15문항이며 문항에 정답을 맞춘 경우는 1점을, 맞추지 못한 경우는 0점을 부여하였다.

3. 연구절차

1) 예비조사 실시

정보처리 양식에 따라 연구대상 집단을 구성하기 위해 만 4세 ~ 만6세 유아를 대상으로 한 K-ABC 프로파일을 분석하였다. 본 연구의 대상 유치원인 대구시에 위치한 I유치원과 G유치원에서 2007년 3월 ~ 2008년 4월 까지 K-ABC를 실시하였던 유아 120명(4세: 35명, 5세: 50명, 6세: 35명)의 프로파일을 동시처리형과 순차처리형의 비율을 알아보기 위해 분석하였다. 분석 결과, 만 4세의 경우 고 동시처리-저 순차처리형의 유아는 약 60%인 것으로 나타났으며 고 순차처리-저 동시처리형의 유아는 5%로 미만이였다. 또한 만 5세 유아는 고 동시처리-저 순차처리형의 유아가 약 50%인 것으로 나타났으며 고 순차처리-저 동시처리형의 유아는 18%로 나타났다. 또한 6세 유아의 경우는 고 동시처리-저 순차처리형의 유아는 약 40%인 것으로 나타났으며 고 순차처리-저 동시처리형의 유아는 25%인 것으로 나타났다. 분석 결과에서 볼 수 있듯이 만 4세의 경우 고 순차처리-저 동시처리형의 비율이 다른 연령대에 비해 많이 낮으므로 연구대상에서 4세를 제외하고 만 5세와 6세를 대상으로 하였다.

2) 지능검사 실시

정보처리유형에 따라 연구대상 유아를 추출하기 위해 2008년 4월 7일 ~ 5월 16일까지 각 유치원에서 K-ABC를 실시하였다. 검사자는 표준화 훈련 절차를 수료하고 실시 자격을 가진 검사자 2인이 하였으며 검사는 두 유치원에서 동시에 실시되었다. 검사는 1:1로 실시되었으며 1인당 검사 소요시간은 약 40분 ~ 50분 정도였다.

3)공간좌표과제 실시

K-ABC 검사 결과에 따라 집단을 구성한 후, 2008년 5월 19일 공간좌표과제 검사를 실시할 검사자에게 검사실시에 대한 교육을 실시하였다. 검사자 2인에게 공간좌표과제의 내용과 검사방법에 대한 교육을 실시하여 검사 실시 방법을 일치시켰다. 공간좌표과제 검사는 유아교육학과 대학원을 졸업한 석사학위 소지자 2인이 실시하였으며 검사 기간은 2008년 5월 20일 ~ 5월 23일까지 4일에 걸쳐 실시하였다. 검사는 1:1로 실시되었으며 1인당 검사 소요시간은 약 20분 ~ 30분 정도가 소요되었다. 검사의 순서는 예제를 2개를 실시하여 유아가 과제에 익숙해지도록 한 후, 좌표위치 찾기 과제 15문항, 좌표읽기 과제 15문항의 순으로 실시하였다.

4. 자료분석

유아의 연령과 정보처리양식에 따라 공간좌표인식에 차

이가 있을 것인지, 그리고 유아의 공간좌표인식에 대한 연령과 정보처리양식 간에 상호작용이 있을 것인지를 알아보기 위해 지능을 공변인으로, 연령(5세, 6세)과 정보처리양식(동시처리양식, 순차처리양식)을 독립변인으로 하고 공간좌표인식(좌표위치 찾기, 좌표읽기)을 종속변인으로 하여 MANCOVA를 실시하였다. 전체 지능지수는 수학능력에 영향을 미칠 수 있는 가장 기본적인 요인이므로 오차변인의 효과를 간접적 방법으로 통제하기 위해 지능을 공변인으로 하였다.

Ⅲ. 결 과

유아의 연령과 정보처리 양식에 따른 공간좌표인식능력의 평균과 표준편차 및 조정된 평균을 계산하여 <표 4>에 나타내었다.

지능을 공변인으로 한 유아의 연령과 정보처리 양식이 공간좌표인식능력에 미치는 영향에 관한 MANCOVA 분석 결과, 지능의 공변인 효과가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($F = 4.435, p < .05$). 또한 유아의 연령의 주효과(Wilks' Lambda : $F = 13.628, p < .05$)와 정보처리양식의 주효과(Wilks' Lambda : $F = 15.619, p < .05$)가 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며 연령과 정보처리양식의 상호작용효과도 Wilks' Lambda($F = 3.819, p < .05$)값을 포함한 모든 다변인 변량분석치가 유의한 것으로 나타났다. 통계적으로 유의한 것으로 나타난 유아의 연령과 정보처리 양식, 그리고 연령과 정보처리 양식의 상호작용의 구체적인 차이를 알아보기 위해 단변인 변량 분석을 실시한 결과를 아래<표 5>에 나타내었다.

<표 5>에서 볼 수 있는 바와 같이, 유아의 공간좌표인식능력에 대한 연령의 주효과를 살펴 본 결과, 좌표위치 찾기와 좌표읽기 모든 하위영역에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 연령에 따라서 좌표위치 찾기와 좌표읽기 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 위치찾기($F = 8.10, p < .05$)의 경우, 만 6세(평균 = 10.23)가 만 5세(평균 = 8.97)에 비해 유의하게 높은 점수를 얻은 것으로 나타났으며 좌표읽기($F = 21.30, p < .05$) 또한 만 6세(평균 = 10.63)가 만 5세(평균 = 9.00)에 비해 유의하게 높은 점수를 얻은 것으로 나타났다.

정보처리양식에 따른 차이도 유의한 것으로 나타났는데 이를 구체적으로 살펴보면, 위치찾기($F = 9.07, p < .05$)에서는 동시처리양식의 유아(평균 = 10.37)가 순차처리양식의 유아(평균 = 8.83)에 비해 통계적으로 유의하게 높은 점수를 얻었으며 좌표읽기($F = 24.22, p < .05$) 또한 동시처리양식의

〈표 4〉 유아의 연령과 정보처리 양식에 따른 공간좌표인식능력의 평균과 표준편차 및 조정된 평균

종속변수	연령	정보처리양식	평균	표준편차	조정된 평균	사례수
위치찾기	5세	동시처리양식	9.20	1.82	9.03	15
		순차처리양식	8.73	1.16	8.58	15
		전체	8.97	1.52	8.81	30
	6세	동시처리양식	11.53	2.67	11.63	15
		순차처리양식	8.93	1.44	9.16	15
		전체	10.23	2.49	10.40	30
	전체	동시처리양식	10.37	2.54	10.33	30
		순차처리양식	8.83	1.29	8.87	30
		전체	9.60	2.14	9.61	60
좌표읽기	5세	동시처리양식	9.47	1.80	9.16	15
		순차처리양식	8.53	1.25	8.27	15
		전체	9.00	1.55	8.72	30
	6세	동시처리양식	12.33	2.13	12.51	15
		순차처리양식	8.93	1.33	9.33	15
		전체	10.63	2.46	10.92	30
	전체	동시처리양식	10.90	2.43	10.84	30
		순차처리양식	8.73	1.23	8.80	30
		전체	9.82	2.20	9.82	60

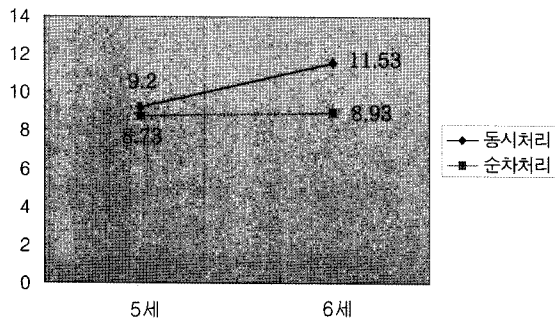
〈표 5〉 단변인 변량분석 결과 요약표

Source	종속변인	제III유형 제곱합	자유도	평균제곱	F	유의도
연령	위치찾기	27.91	1	27.91	8.10*	.006
	좌표읽기	53.53	1	53.53	21.30*	.000
정보처리양식	위치찾기	31.26	1	31.26	9.07*	.004
	좌표읽기	60.85	1	60.85	24.22*	.000
연령 × 정보처리양식	위치찾기	15.23	1	15.23	4.42*	.040
	좌표읽기	19.25	1	19.25	7.66*	.008
오차	위치찾기	189.61	55	3.45		
	좌표읽기	138.21	55	2.51		
전체	위치찾기	270.40	59			
	좌표읽기	284.98	59			

* $p < .05$.

유아(평균 = 10.90)가 순차처리 양식의 유아(평균 = 8.73)에 비해 높은 점수를 획득하였다.

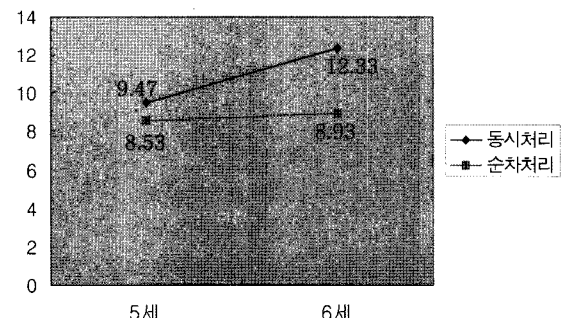
연령과 정보처리양식간의 상호작용효과도 좌표위치 찾기 ($F = 4.42, p < .05$)와 좌표읽기($F = 7.66, p < .05$)의 모든 하위 영역에서 유의한 것으로 나타났다. 통계적으로 유의한 것



〈그림 1〉 좌표위치 찾기에서의 연령과 정보처리양식 간의 상호작용

으로 나타난 상호작용의 효과를 그래프로 나타내면 〈그림 1〉, 〈그림 2〉와 같다.

〈그림 1〉에서 볼 수 있는바와 같이 5세의 경우, 동시처리형의 유아(평균 = 9.2)가 순차처리형의 유아(평균 = 8.73)에 비해 유의하게 높은 점수를 얻었으며 6세의 경우도 동시처리



〈그림 2〉 좌표읽기에서의 연령과 정보처리양식 간의 상호작용

의 유아(평균 = 11.53)가 순차처리의 유아(평균 = 8.93)보다 유의하게 점수가 높았으며 5세 보다 6세아에서 순차처리와 동시처리의 점수차이가 보다 큰 것으로 나타났다.

〈그림 2〉에서 볼 수 있는바와 같이 좌표읽기의 하위요인에서 5세의 경우, 동시처리형의 유아(평균 = 9.47)가 순차처리형의 유아(평균 = 8.53)에 비해 유의하게 높은 점수를 얻었으며 6세의 경우도 동시처리의 유아(평균 = 12.33)가 순차처리의 유아(평균 = 8.93)보다 유의하게 점수가 높았으며 위치찾기 요인에서와 마찬가지로 5세 보다 6세아에서 순차처리와 동시처리의 점수차이가 보다 큰 것으로 나타났다.

IV. 논의 및 결론

본 연구에서는 유아의 연령과 정보처리양식에 따라 공간좌표인식능력에 차이가 있을 것인지, 그리고 공간좌표인식능력에 대한 연령과 정보처리양식의 상호작용효과가 있을 것인지를 알아보고자 하였다. 연구결과를 선행연구와 관련 이론에 근거하여 논의하면 다음과 같다.

첫째, 유아의 연령에 따라 공간좌표인식능력에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉 5세아에 비해 6세아가 좌표 위치 찾기와 좌표읽기에서 유의하게 높은 점수를 얻었다. 이와 같은 결과는 선행연구(김애란, 1987; 김지현, 이정옥, 2004; 김충식, 1991; Blades & Spencer, 1989)의 결과와 일치하는 것이다.

김애란(1987)은 4세, 5세, 6세를 대상으로 한 연구에서 연령이 증가할수록 좌표지각능력이 증가하여 나타남을 보고하였고 Blades와 Spencer(1989)의 연구와 김충식(1991)의 연구에서도 4세에서는 낮은 수준으로 5세에서는 중간수준으로 6세에서는 좌표지각능력이 거의 형성된 것으로 보고하였다. 또한 김지현과 이정옥(2004)의 연구 결과에서도 6세 유아가 5세 유아에 비해 좌표지각능력이 높은 것으로 나타났다. 본 연구의 결과 또한 선행연구의 결과와 마찬가지로 5세 유아보다 6세 유아가 위치찾기와 좌표읽기 과제에서 높은 점수를 나타내 연령이 증가할수록 공간좌표인식력이 증가하는 것을 보여주었다.

여러 연구의 결과에서 보여 주듯이 유아의 좌표인식능력은 연령에 따라 점차 발달되어 가며 논리적인 사고능력이 발달되어 감에 따라 좌표에 대한 이해도 점차 발달되어 간다(김지현, 이정옥, 2004). 좌표체계를 인식하는 능력은 보다 높은 차원의 공간개념 및 인지발달과 관련이 있으며 공간좌표의 인식은 하나의 독립된 관계들을 전체적으로 관찰할 수 있게 하고 나아가 개인적 경험을 수학적으로 연결시켜볼 수 있게 한다(이경우, 1987). 즉, 좌표는 X와 Y의 두 점에 대한

관계를 보는 것이나 전체적인 공간상에서 두 점의 관계를 인식해야 하므로 독립된 관계를 전체적으로 파악하게 하는데 도움을 주는 사고이다. 이러한 사고는 공간적인 한 점을 구체적인 수학적 기호를 사용해서 나타내게 하므로 실생활의 경험을 수학적사고로 표현해 보게 하는데 도움을 줄 수 있다. 좌표를 사용하여 위치를 측정하고 표상해 보게 하는 활동을 통해 공간 개념 및 논리 수학적 지식을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 실생활에서도 지도읽기 등에서 유용하게 사용되어 지고 있으므로 유아기부터 연령 발달에 적절하게 좌표에 대한 경험을 체계적으로 적용시키는 것이 중요하다고 할 것이다.

둘째, 고 동시처리-저 순차처리양식의 유아가 고 순차처리-저 동시처리양식의 유아에 비해 공간좌표인식능력이 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 중학생을 대상으로 한 여성중과 신인선(1997)의 연구에서 동시적 정보처리양식은 기하성취도와 높은 상관관계를 나타내었으나 순차적 정보처리양식은 기하 성취도와 낮은 상관관계를 나타낸 결과와 맥락을 같이한다. 또한 여유진(2008)의 연구에서 동시처리양식의 유아가 순차처리양식의 유아에 비해 기하영역에서 높은 점수를 나타낸 것과 일치하는 결과를 보여주는 것이다.

Kaufman과 Kaufman(1984)은 정보처리 방식을 순차처리양식과 동시처리양식의 두 가지를 제시한 바 있다. 순차처리양식은 연속적, 단계적, 계열적으로 정보를 처리하는 방식이며 동시처리양식은 종합적, 통합적, 공간적(spatial), 즉 동시적으로 정보를 처리하는 방식을 말한다 하였다. 기하영역은 공간적이며 시각적 심상을 내면적으로 형성(Luria, 1970)하므로 동시처리형에게 유리한 수학 학습 영역이라고 할 수 있으며 본 연구의 결과는 이를 지지하는 것이다.

학습에 대한 과거의 객관주의적 관점과 달리 현대의 구성주의적 관점은 수학교육에도 적용된다. 즉 학습자는 지식을 구성하는 능동적인 존재이므로 학습자 개개인의 개인차를 반드시 고려해야 하는 것이 학습의 첫째 원리이다(박영배, 1995). 학습자의 개별 특성 중 정보를 수집하고 조직하는 정보처리 양식은 개별 학습자들이 학습 성과에서 차이를 보이는 원인이 된다(Jonassen & Grabowski, 1993). 따라서 유아의 공간개념 이해를 위한 효율적인 교수방법을 설계하고 적용하기 위해서는 유아의 정보처리 양식을 고려해야 할 필요성이 있으며 본 연구의 결과는 이와 같은 필요성에 기초적인 근거를 제공할 수 있을 것이다. 즉 기하영역은 동시처리 유아에게 유리한 수학학습영역이므로 동시처리형의 유아에게는 통합적이고 동시적으로 과제를 제시하고 시각적 심상을 이용할 수 있는 과제를 제시하는 방법이 효과적일 것이며 순차처리 유아에게는 통합적 동시적으로 과제를 제시하기 보다는 세밀하게 단계를 나누어 순서적으로 제시하는 방법을

사용하는 것이 더 효과적일 것이다.

셋째, 공간좌표인식능력에 대한 유아의 연령과 정보처리양식 간에 상호작용이 유의한 것으로 나타났다. 즉 5세 유아에 비해 6세 유아, 순차처리형의 유아에 비해 동시처리형의 유아가 공간좌표인식능력이 높은 것으로 나타났으며 5세보다 6세 유아가 동시처리와 순차처리의 점수차이가 보다 큰 것으로 나타났다.

유아기 수학교육 내용에서 ‘공간 및 기하’는 ‘수 및 연산’과 함께 중요한 두 축 중의 하나로 중요한 교육내용이며(NCTM, 2000) 공간 및 기하학습의 하위영역 중에 ‘지도와 같은 좌표체계에서 위치를 찾고 명명하기’는 최근 들어 제시되고 있는 유아기수학내용이다(이정옥, 2005). 유아기가 공간능력발달에 매우 중요한 시기임(Clements, 1999; Clements, 2004; Copley, 2000; Del Grande, 1990)을 생각해볼 때, 공간과 기하학습을 위해 좌표지각과 이해에 관한 경험을 제공하는 것이 중요하다. 결론적으로, 본 연구에서 연령과 정보처리 양식 간에 상호작용이 있는 것으로 나타난 결과는 유아에게 공간좌표와 관련된 과제를 제시함에 있어 연령에 따라 발달 수준별로 제공하는 것과 더불어 유아 개인의 인지적 특성인 정보처리 양식에 근거한 보다 효율적 교수방법을 설계할 해야 함을 시사한다. 특히 5세 보다 6세에서 정보처리양식간의 점수차가 큰 것으로 미루어 볼 때, 연령이 많을수록 개인의 인지특성을 고려하는 것이 중요함을 보여 주는 것이다.

NCTM(2000)에서는 기하에 관한 내용 중 공간에 관한 내용규준을 공간에서의 상대적 위치를 기술하고 이름 말하기, 이동하는 공간에서 방향과 거리를 기술하고 이름을 말하기, 지도와 같은 위상학적 체계 내에서 위치를 발견하고 이름을 말하기로 제시하고 있다. 또한 정보처리양식에 관해 Kaufman과 Kaufman(1984)은 일반적인 영역에서 순차처리에 강할 경우는 단계적인 지도, 부분에서 전체로, 순서성의 중요시, 청각적/언어적 단서제시, 시간적이고 분석적인 과제제시를 효과적인 수업방법으로 제시하고 있으며 동시처리에 강할 경우는 전체를 밟는 지도, 전체에서 부분으로, 관련성의 중시, 시각적/운동적인 단서, 공간적이고 통합적인 과제 제시를 효과적인 수업방법으로 제시하고 있다. 이를 NCTM(2000)에서 제시하는 공간에 관한 내용규준과 관련지어 보면, 예를 들어 공간에서의 상대적 위치를 발견하고 기술하는 과제에서 어려움을 겪는 고 순차처리형-저 동시처리형 유아에게는 교사가 언어적 단서를 부분에서부터 전체적으로, 그리고 단계적으로 제시하는 것이 도움이 될 수 있을 것이다.

결론적으로 유아에게 공간과 기하학습을 위해 좌표지각과 이해에 관한 경험을 제공할 때 연령에 따라 과제의 종류

와 난이도를 고려하는 것과 함께 유아 개인의 정보처리양식과 같은 인지적 특성에 맞춘 효과적인 수업방법이 개발될 필요성이 있으며 이를 위해 관련 연구들이 축적되어야 할 필요성이 있다.

이상에서 본 연구의 결과를 관련이론과 선행연구에 근거하여 논의하였으며 후속연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 5세와 6세 유아를 대상으로 연구하였으나 공간좌표인식의 발달에 관한 발달적 경향과 개인의 인지적 특성인 정보처리양식과의 상호작용의 양상을 살펴보기 위해 연령을 확대하여 연구할 필요성이 있다.

둘째, 유아기의 초기 기하학적 경험은 네 가지 기하학적 체계, 즉 위상기하, 유클리드기하, 좌표기하, 이동기하의 기본적인 측면들을 접하는 것이 중요하다(Kennedy, Tipps, & Johnson, 2004). 본 연구에서 살펴본 좌표기하과제 이외에 위상기하, 유클리드기하, 이동기하의 과제에서도 연령에 따른 발달변화와 더불어 정보처리양식과의 상호작용을 살펴볼 필요성이 있다.

■ 참고문헌

- 권우정(2004). 좌표관련 활동이 유아의 공간좌표 인식능력에 미치는 영향. 덕성여자대학교 석사학위 청구논문.
- 김애란(1987). 유아의 공간좌표점 지각에 관한 연구. 중앙대학교 석사학위 청구논문.
- 김은정(2006). 문제해결에 기초한 유아 기하활동 구성 및 적용 효과. 덕성여자대학교 박사학위 청구논문.
- 김정민(2005). 정보처리양식에 따른 상위언어 능력과 창의적 언어 능력의 차이. 대구가톨릭대학교 석사학위 청구논문.
- 김지현, 이정옥(2004). 유아의 좌표지각능력과 위치표상능력의 관계연구, **아동학회지**, 25(6), 1-13.
- 김충식(1991). 유아의 공간좌표지각 발달에 관한 연구. 국민대학교 교육대학원 석사학위 청구논문.
- 문수백(1997). **K-ABC 해석요강**. 서울: 학지사.
- 박영배(1995). 수학 교수·학습의 구성주의적 전개에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 청구논문.
- 서영숙(1985). 아동의 두뇌정보처리양식 및 성별에 따른 학습 이해도 차이 - 언어중심적 교수법을 사용하여. **아동학회지**, 6(2), 21-33.
- 신애경, 최병순(2000). 초등학교 학생의 정보처리 유형과 인지 양식에 따른 과학 문제 해결. **한국과학교육학회지**, 20(1), 155-165.
- 어성중, 신인선(1997). 정보처리양식과 수학성취도와의 관계

- 에 대한 연구, **한국수학교육학회지 시리즈 A**, 36(1), 23-33.
- 여유진(2008). 유아의 계획능력과 정보처리양식이 수학 영역 별 성취에 미치는 영향. 대구가톨릭대학교 석사학위 청구논문.
- 오미형(2005). 정보처리유형에 따른 유아의 이야기 구성능력의 차이. **아동교육**, 14(1), 191-203.
- 이경우(1987). **유아를 위한 새수학교육**. 서울: 창지사.
- 이정옥(2005). 유아의 좌표이해 능력에 관한 연구. **유아교육연구**, 9(2), 5-18.
- 이채호(2006). 유아의 정보처리양식이 동작활동에 미치는 영향. 성균관대학교 석사학위 청구논문.
- 최 연, 이정옥(2006). 유아의 이동기하 능력에 관한 연구. **열린유아교육연구**, 11(1), 197-215.
- 홍혜경(2004). **유아수학능력과 교육**. 서울: 양서원.
- Blades, M., & Spencer, C.(1989). Young children's ability to use coordinate references. *Journal of Genetic Psychology*, 150, 5-18.
- Bogen, J. E.(1969). The other side of the brain: Parts I, II, and III. *Bulletin of the Los Angeles Neurological Society*, 43, 73-105, 135-162, 191-203.
- Bogen, J. E.(1975). Some educational aspects of hemispheric specialization. *U. C. L. A. Educator*, 17, 24-32.
- Copley, J. V.(2000). *The young child and mathematics*. Washington, D.C: NAEYC.
- Clements, D. H.(1999). Geometric and spatial thinking in young children(66-79). In J. V. Copely(Ed), *Mathematics in the Early Years*. Reston, VA: The National Council of Teachers for Mathematics.
- Clements, D. H.(2004). Geometric and spatial thinking in early childhood education. In D. H. Clement & J. Sarama(Eds.), *Engaging Young Children in Mathematics: Standards for Early Childhood Mathematics Education*(267-297). Mhawah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pub.
- Das, J. P., Kirby, J. R., & Jarman, R. F.(1979). *Simultaneous and successive cognitive processes*. New York: Academic Press.
- Del Grande, J.(1990). Spatial Sense. *Aritbmatics Teacher*, 73(6), 14-20.
- Gazzaniga, M. S.(1970). *The bisected brain*. New York: Appleton Century Crofts.
- Gordon, H. W., & Bogen, J. E.(1974). Hemispheric lateralization of singing after omtracarptod spdoum amylobarbitone. *Journal of Neurology, Meurosurgery, and Psychiatry*, 37, 727-738.
- Hannibal, M. A. Z., & Clamants, D. H.(2000). *Young children's understanding of basic geometric shapes*. Manuscript submitted for publication.
- Johnson, S. W.(1979). *Arithmetic and learning disabilities*. Boston: Allyn & Bacon.
- Jonassen, D. H., & Grabowski, B. L.(1993). *Handbook of Individual Differences Learning & Instruction*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kaufman, A. S., & Kaufman, N. L.(1984). *K-ABC Interpretation manual*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Kennedy, L. M., Tipps, S., & Johnson, A.(2004). *Guiding children's learning of mathematics*. Belmont. CA: Wadsworth/ Tomson Learning.
- Kimura, D.(1967). Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex*, 3, 163-178.
- Kirby, J. R., & Das, J. P.(1977). Reading Achievement, IQ and Simultaneous-Successive Processing. *Journal of Educational Psychology*, 69(5), 564-570.
- Levy, J.(1972). Lateral specialization of the human brain: Behavioral manifestations and possible evolutionary basis. In J. A. Kiger(ED.), *Biology of behavior*. Corvallis OR: Oregon State University Press.
- Luria, A. R.(1966). *Higher cortical funtions in man*. New York: Basic Books.
- Luria, A. R.(1970). The Functional Organization of the Brain. *Scientific American*, 222, 66-78.
- NCTM(1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*.
- NCTM(2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Neisser, U.(1967). *Cognitive psychology*. New York: Trabasso Appleton-Century-Crofts.
- Paivio, A.(1975). Imagery and synchronic thinking. *Canadian Psychological Review*, 16, 147-163.
- Paivio, A.(1976). Concerning dual-coding and simultaneous-successive processing. *Canadian Psychological Review*, 17, 69-71.
- Piaget, J., & Inhelder, B.(1956). *The Child's Conception of Space*. London: Routledge & Kegan Paul.

- Piaget, J., & Inhelder, B., & Szeminska, A.(1960). *The Child's Conception of Geometry*. New York: Norton.
- Sample, R. E.(1975). Are you teaching only one side of The brain? *Learning*, 3, 24-30.
- Satlow, E., & Newcomb, N.(1998). When is a triangle not a triangle? Young children's developing concepts of geometric shape. *Cognitive Development*, 13, 547-559.
- Schneider, W., & Shiffrin, R. M.(1977). Controlled and automatic human information processing: *Detection, search, and attention Psychological Review*, 84, 1-66.
- Somerville, S. C., & Bryant, P. E.(1985). Young Children's use of spatial coordinates. *Child Development*, 56, 604-613.
- Sperry, R. W.(1975). Left-brain, right-brain. *Saturday Review*, 2(23), 19-25.
- Watters, J. J., & English, L. D.(1995). Children's application of simultaneous and successive processing in inductive and inductive reasoning skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(7), 699-714.

접 수 일 : 2008년 8월 27일

심사시작일 : 2008년 8월 28일

게재확정일 : 2008년 10월 13일